

سلسلة من كل علم خبر الاكتشافات الكبيرة

①

التقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة



• المطحنة المائية و المطحنة الهوائية

• البارود

• الطباعة من عهد غوتنبرج إلى ... غد

منشورات مكتبة سكيما
شارع منشور - بيروت
تلفون ٢٣٨١٨١ - ٢٢٦٠٨٥

Les Grandes Inventions
F. Loy
Librairie Hachette



المطحنة المائية والمطحنة الهوائية

كان الناس ، في ما قبل التاريخ ، يعرفون طريقة سحق الحَبِّ بين حجرين ، أو بين حجر ثابت ومدحلة^(١) متحركة ؛ ثم اخترعوا طريقة الهاون والمدق التي ما زال الصيادلة يعتمدونها ؛ ثم استعملوا رحيين^(٢) : واحدة ثابتة وأخرى متحركة يُديرها الانسان أو الحيوان .

عرف العهد الغالي - الروماني القديم أولى المطاحن المائية التي تكاثرت في الحُقبة^(٣) الاولى من القرون الوسطى : كانت مسننة^(٤) تصل محور الرحيين العمودي ، بمحور الدولاب المرش الأفقي ، الذي كان يديره مجرى الماء . ولقد بُذلت اذ ذاك أقصى الجهود للاستفادة من الطاقة المائية المتوفرة ؛ فبنيت السدود والأقنية ، ورفعت الطواحين على الاعمدة والجسور الصغيرة ، وتعلق بعضها حتى بالجسور . لم تظهر المطحنة الهوائية الا متأخرة ،

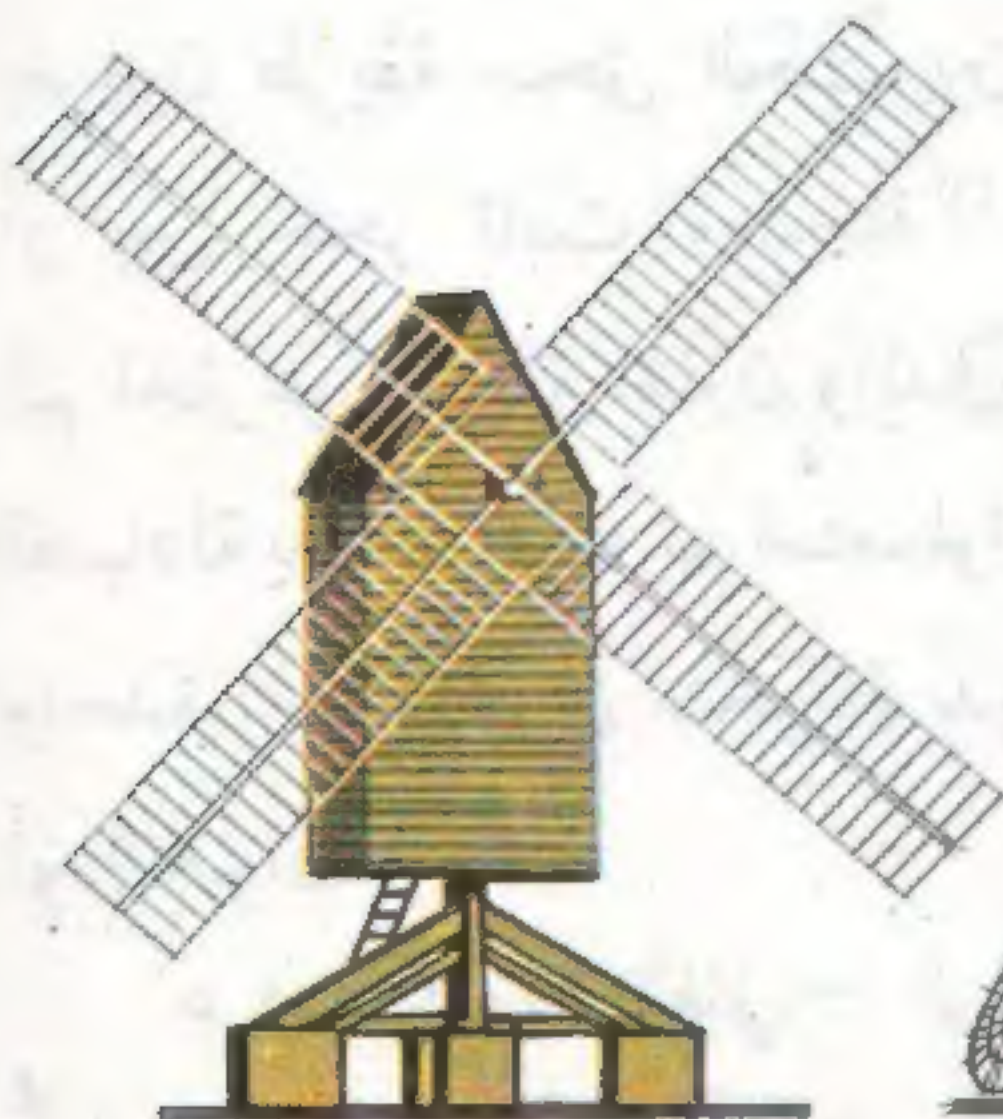
وقد أُشير الى وجودها في بلاد فارس ، حوالي سنة ١٠٠٠ ، فاعتمدها العرب . ويُعتقد ان الصليبيين حملوا فكرتها الى اوربا في القرن الثاني عشر . كان استعمالها يطرح مشكلةً اعقد من مشكلة المطحنة المائية . والواقع ان الطاقة المائية ، إن افتقرت الى الاستقرار في كميتها ، لم تفتقر الى الاستقرار في اتجاهها . وليس الأمر كذلك بالنسبة الى الريح التي لا يمكن الافادة منها ، مالم تُوجَّه الأجنحة الوجهة الملائمة . كان لهذه المشكلة حلان : فإما أن تُدار المطحنة كلها على محور ، فتبنى بكاملها من خشب ، وإما ألا يُدار منها إلا السقف والأجنحة المركزة في أعلى البناء الحجري .

لم يتوقف عمل طاحون الهواء عند حدّ طحن الحبوب ، بل تعدّاه الى اعمال أخرى كاستخراج زيت الجوز ، وعرك عجين الورق ، وسحق^(٦) أتربة التلوين ، وقشّر الارز والفلفل ، ونشر الخشب . وفي هولندا ، عملت طواحين الهواء سحابة اربعة قرون ، على تجفيف الاراضي المنخفضة ، وذلك بغرف المياه بواسطة دواليب مزوّدة بأجران ، ولا تزال هذه الطواحين تُستعمل هناك حتى اليوم ، لتصريف زائد مياه الامطار نحو البحر . الا ان هذه الطواحين الهوائية لم تعد تدور لطحن الحبوب ، فقد حلّت محلّها في هذا المجال مطاحن كهربائية حديثة . لم يبقَ من تلك السّلالة العريقة^(٧) في ايامنا ، الا نماذج قليلة منتشرة هنا وهناك في الارياف ، تعمل على

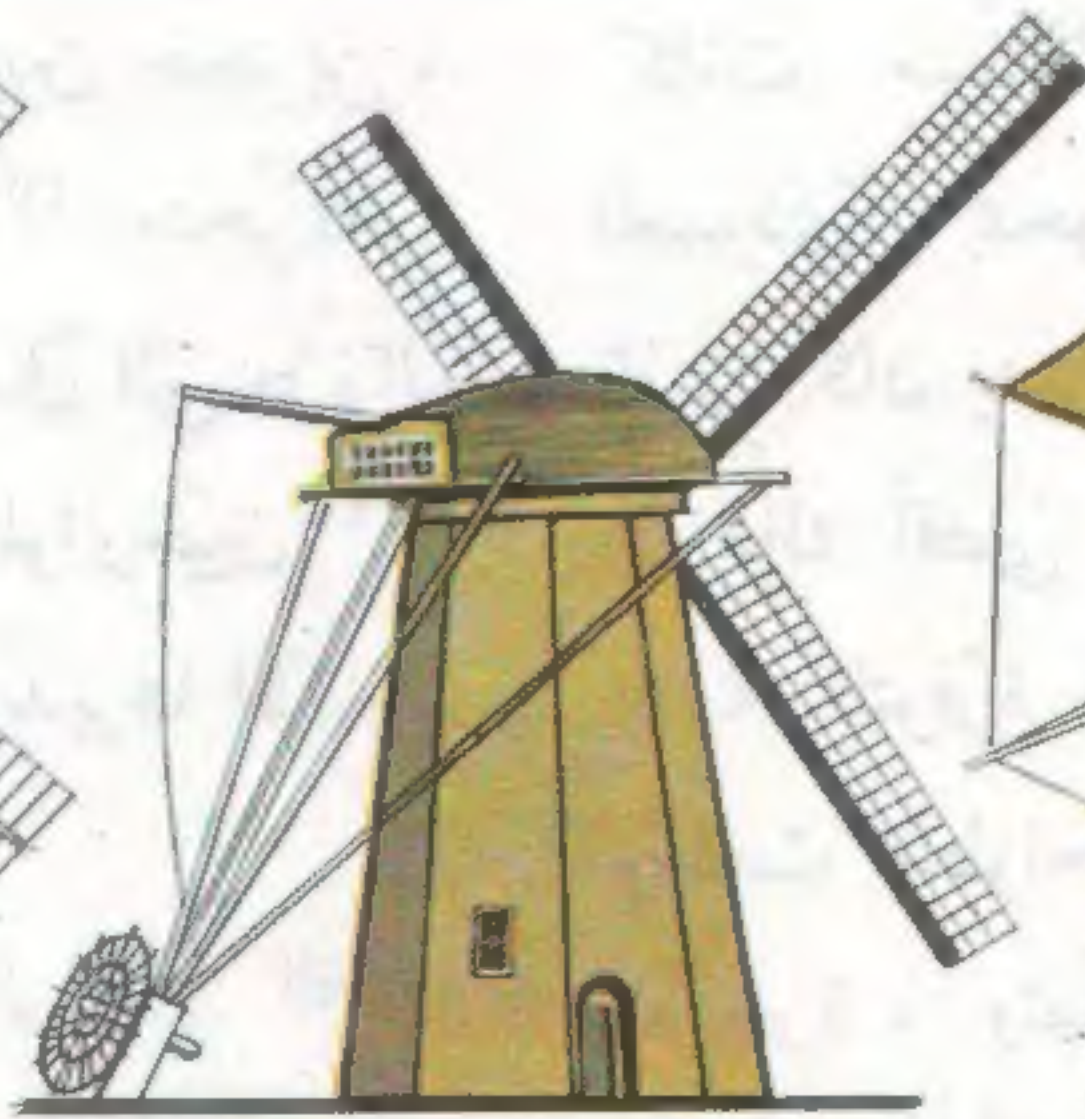
وقد أُشير الى وجودها في بلاد فارس ، حوالي سنة ١٠٠٠ ، فاعتمدها العرب . ويُعتقد ان الصليبيين حملوا فكرتها الى اوربا في القرن الثاني عشر . كان استعمالها يطرح مشكلةً اعقد من مشكلة المطحنة المائية . والواقع ان الطاقة المائية ، إن افتقرت الى الاستقرار في كميتها ، لم تفتقر الى الاستقرار في اتجاهها . وليس الأمر كذلك بالنسبة الى الريح التي لا يمكن الافادة منها ، مالم تُوجَّه الأجنحة الوجهة الملائمة . كان لهذه المشكلة حلان : فإما أن تُدار المطحنة كلها على محور ، فتبنى بكاملها من خشب ، وإما ألا يُدار منها إلا السقف والأجنحة المركزة في أعلى البناء الحجري .

لم يتوقف عمل طاحون الهواء عند

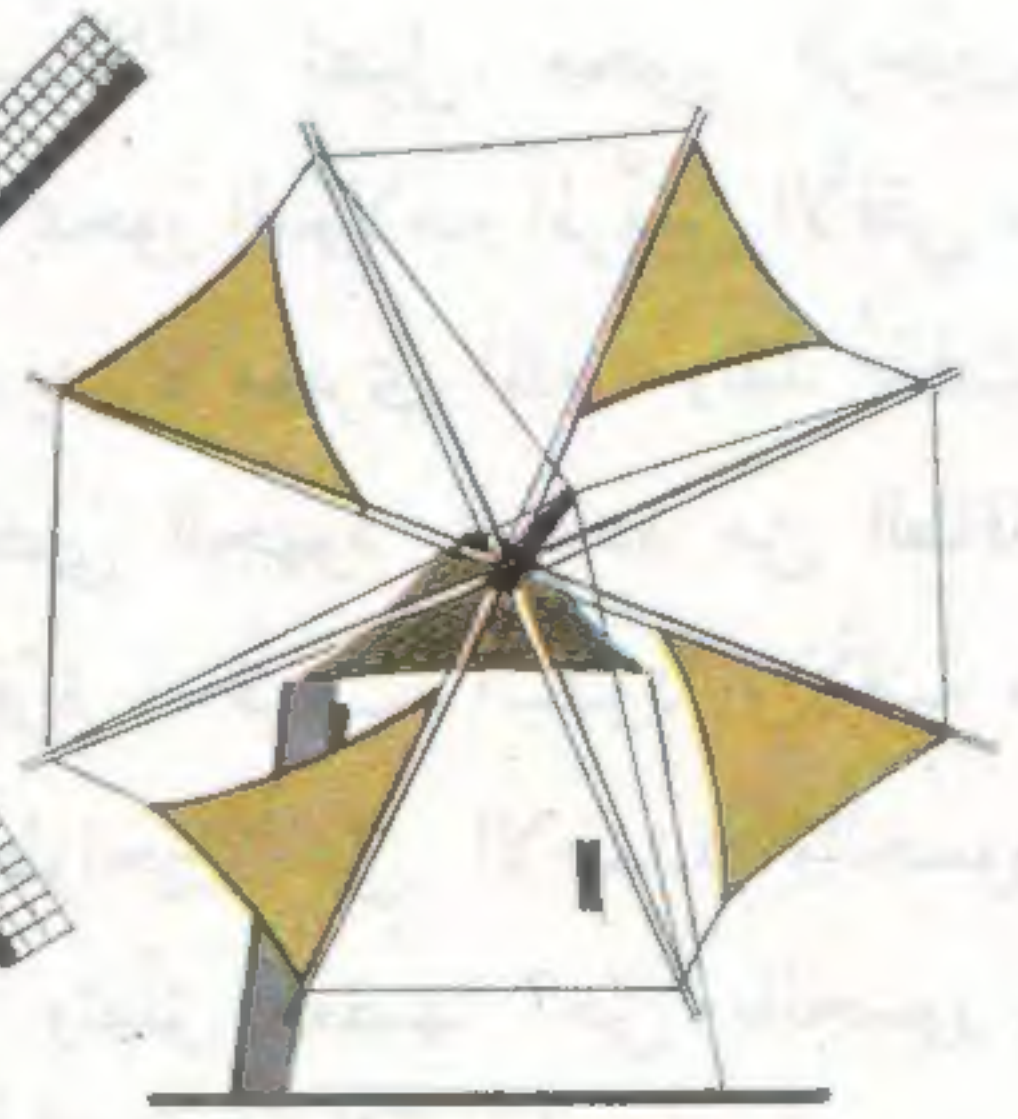
ثلاثة نماذج من الطواحين الهوائية



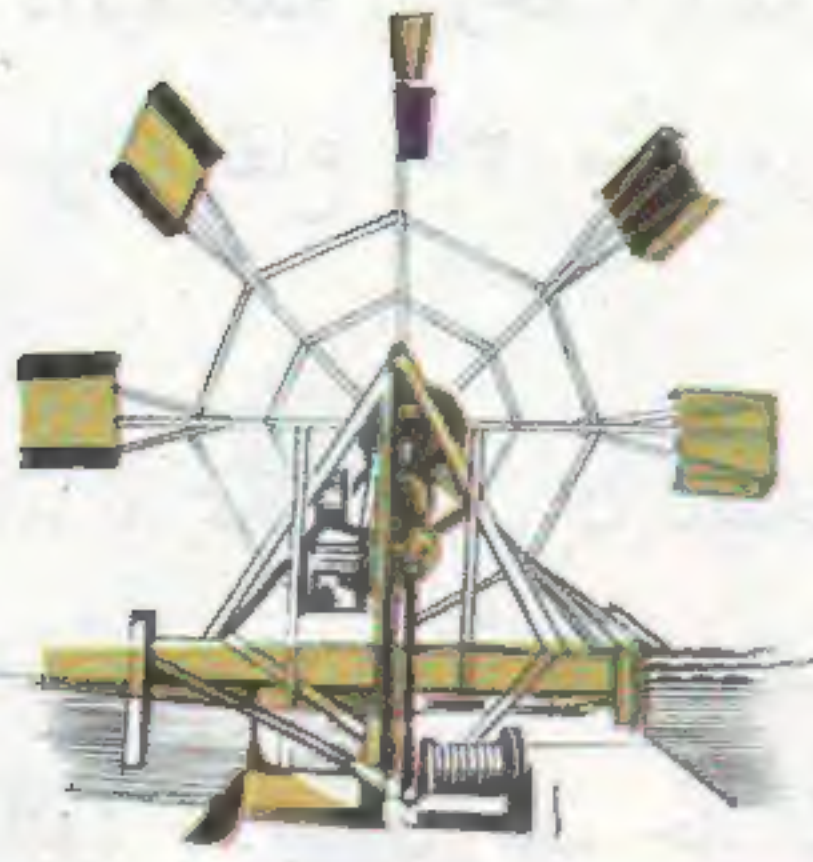
طاحونة متحركة قديمة



طاحونة هوائية هولندية

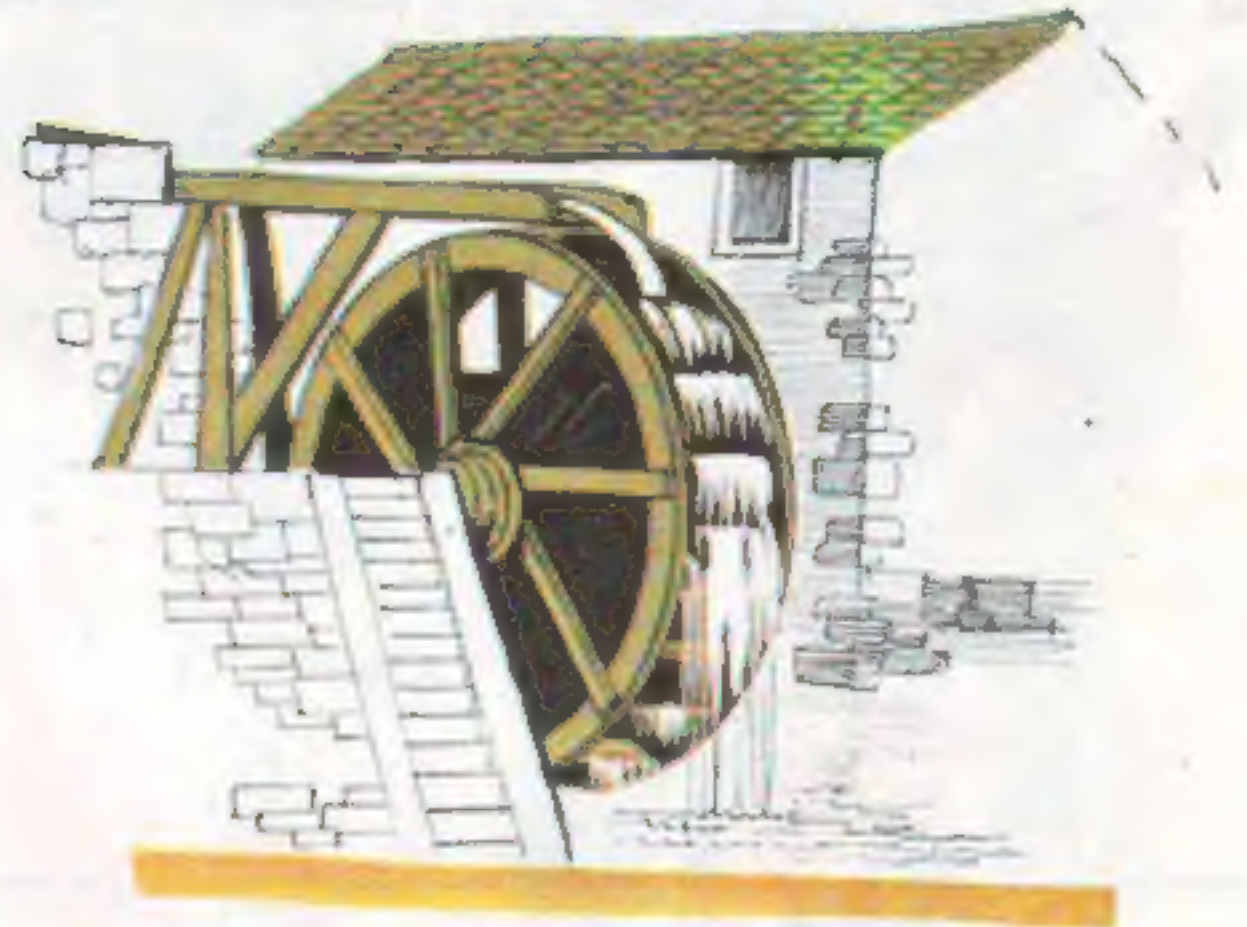


طاحونة هوائية برتغالية



دولاب أمركي ذو أجران

طاحونة مائية - دولاب مائي



طاحونة مائية يبدو جهازها المائي وكأنه صورة مسبقة
لترينانتا الحديثة . -



المحرك الهوائي الاختباري الكبير، يدير مولدة
كهربائية .

ضخ كميات قليلة من مياه الآبار، او تتصل
بمولدات كهربائية صغيرة تشحن المراكم^(٨)
بالكهرباء .

الواقع اننا لم نتمكن حتى الآن من
استثمار قوة الرياح الزرقاء^(٩) استثماراً رابحاً .
ويظهر ان الامر من الصعوبة بمكان ؛ حتى
ان مصلحة الكهرباء الفرنسية بنت في
« نوغان لوروا » ، في منطقة « اورولوار » ،
محركاً هوائياً ضخماً لدراسة هذا الموضوع
دراسة عملية . ولقد زود المحرك بمروحة
ثلاثية الأذرع ، يبلغ وزن الذراع الواحدة
منها نصف طن ، مع العلم بان المزيج
المعدني الذي صُنعت منه خفيف نسبياً .

يبلغ قُطرُ دائرة هذه المروحة ٣٠ مترًا ، وقد نُصبت على ارتفاع ٣٥ مترًا من سطح الأرض .

وختامًا ، يمكن القول إن المطحنة المائية كانت أخصب من المطحنة الهوائية ، لأن دولابها المزود بالاجران كان جدَّ التريينات الجبّارة التي تسمح بتحويل الطاقة^(١) المائية الى طاقة كهربائية .

يتمونون القمح ، ويطحنون ويعجنون ويخبزون . وكان الخبز حقًا طيبًا : تشم رائحة الرغيف ... فتشتهي أن تمزقه وتمضغه ! ...

التفسير

- ١ - مدحلة : محدلة .
- ٢ - رحي : حجر الطحن
- ٣ - الحقة : المدّة
- ٤ - مسنّة : دولاب مسنن
- ٥ - المريش : المزود بريشات اوشفرات .
- ٦ - سَحَقَ : طحن
- ٧ - العريقة : القديمة الاصيلّة
- ٨ - المراكم : جمع المرمك جهاز يخزن الطاقة الكهربائية
- ٩ - النزقة : المتقلبة .
- ١٠ - الطاقة : القوة .

الاسئلة

- ١ - كيف كان الاقدمون يسحقون الحب ؟
- ٢ - الى أي عهد تعود المطحنة المائية ؟
- ٣ - كيف كانت تعمل المطحنة المائية ؟
- ٤ - كيف انتقلت المطحنة الهوائية الى الغرب ؟
- ٥ - ما هي المشكلة التي تواجه المطحنة الهوائية ؟ كيف يُمكن حلّها ؟
- ٦ - ماهي الخدمات التي أمّتها مطحنة الهواء ؟
- ٧ - هل استطاع الانسان ان يستثمر قوّة الريح ؟ لماذا ؟
- ٨ - باي اختراع كبير اوجت المطحنة المائية ؟

عهد مطحنة الماء والرغيف الطيب .

لم يعرف لبنانُ المطاحنَ الهوائية ... أمّا المطاحن المائية ، فقد شاعت فيه وانتشرت . ارتفعت مبانيها المتواضعة ، على مجاري الجداول والانهار ، وفي ظلّ اشجار الجوز والصفصاف . أبنية بسيطة رفعت بالحجر ، وسُقفت بالتراب . لا تختلف عن بيوت القرى العادية الا بعجيج الرحي ، وغبار القمح المطحون ، ورائحة الدقيق العابقة ... وزحمة الناس ينزلون أكياسَ القمح عن ظهور الدوابّ ، أو يحملونها أكياس الطحين البيضاء ...

يوم لم تكن مطاحن الكهرباء ، ويوم لم تكن الأفران تبيع الخبز ، كان الناس



البارود

اعتُبر البارود اختراعَ تهلكة^(١) ، وقلّما
 اعتُبر اختراع سلام . والواقع أنّه قد أكسب
 الحروب مزيداً من الضراوة والفتك . اعتبره
 « أريوست » « اختراعاً حقيراً مقيتاً . »
 وأسِف « شكسبير » « لكون هذا النظرون
 الخسيس قد ابتز^(٢) من احشاء أرضنا ... » .
 ولكن ، بوسع البارود وسائر المتفجّرات
 القويّة الحديثة أن تلعب دوراً سلمياً في أشغال
 البشر ، وخدمة الخير وال عمران .
 إذا صحَّ أنّ الصينيين قد عرفوا

إطلاق الأسهم النارية في الأزمنة القديمة ،
فقد استطاعوا ، من غير شك ، أن يصنعوا
مزيجاً قادراً على إطلاقها باضطرامه (٣) :
فكان البارود . نحن لا نعرف متى ولا كيف
توصلوا الى صنع المادة المتفجرة ، للمرة
الأولى ، إلا أنهم كانوا قبل سلالة « سونغ » ،
عام ١٠٠٠ على ما يبدو ، يستعملون
البارود في ساحات القتال ، وكان هذا
البارود يُخيف أكثر مما كان يؤذي .
ويعتقد أن استعماله كسلاح هجومي يرقى (٤)
الى معركة « تساي - شين » سنة ١١٧١ .

كان « البارود الاسود » الذي ما يزال
مستعملاً حتى ايامنا ، وهو مزيج حميم من
نظرون وكبريت وفحم خشب ، كان معروفاً
في الغرب ، منذ العصور الوسطى حيث
استُعمل لإطلاق الاسهم الحربية . ولقد
دُعي « بارود المدفع » ، ابتداءً من القرن
الرابع عشر حيث استخدم ، نظراً لقوة
انفجاره ، ليُطلق الى البعيد ، قذائف اتخذت
اولاً شكل الكرات الحجرية .

غالباً ما نسب الاوربيون اكتشاف
البارود الى راهب ألماني هو « برتولد شوارز »
(أي برتولد الأسود ...) ابن « فريبورغ »

بالنسبة الى البعض ، وابن « كولون » بالنسبة
الى البعض الآخر . وقد اعتمد المؤرخون في
تحرّياتهم (٥) « كتاب الالعب النارية » القديم
القائل بان الماجستر « برتولد » اكتشف
صدفةً ، خلال القرن الرابع عشر ، مفعول
مزيج من الأجسام كان قد وضعها في
قدره النحاسية ، ثم غطاها بغطاء ثقيل ،
ووضعها على النار : فقد انفجر الوعاء
وتتطاير شظايا . اما الراهب فقد كان يسعى
بهذه الطريقة الى « تدكين صباغ ذهبي » ،
الامر الذي كان يفرض استعمال الملح
والكبريت والرصاص والزيت . ولقد استبدل
الراهب بالفحم في ما بعد ، على ما يقول
الكتاب المذكور ، الزيت والرصاص ، وحاول
« ان يكتشف ما اذا كان يستطيع ، بتلك
الطريقة ان يقذف حجراً بعنف الى مسافة ما . »

ولكن ، أصبح أن « برتولد شوارز »
هذا قد وُجد وعاش ؟ ...

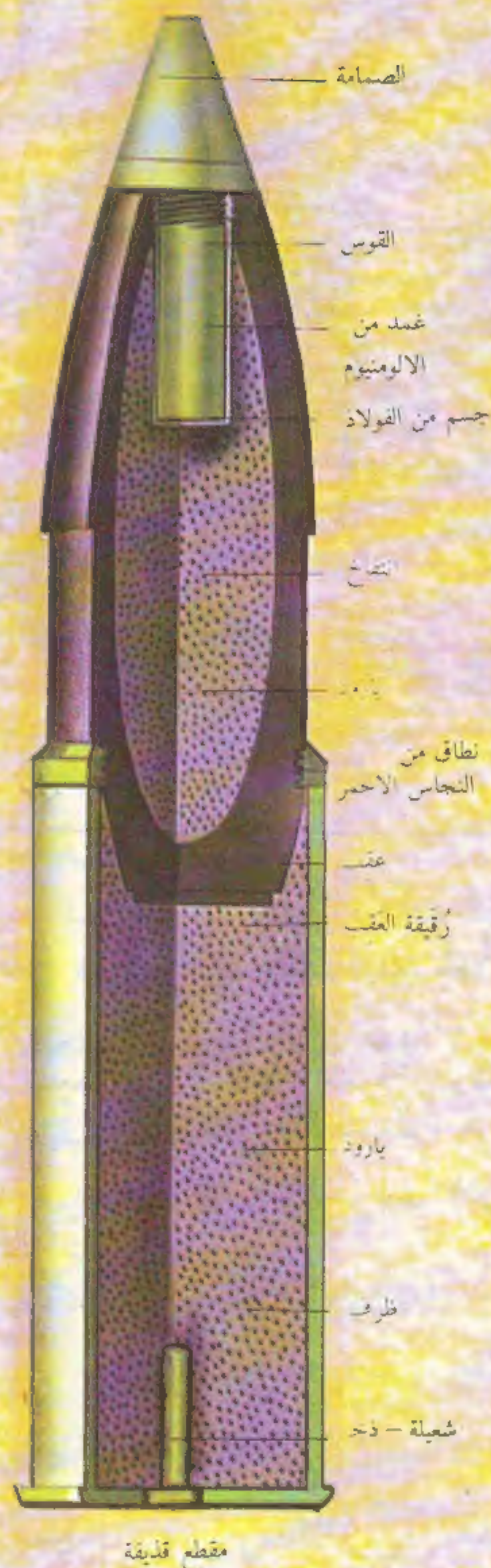
... مهما يكن من أمر ، فان بارود
المدفع كان قد ذُكر في عصر سابق ، وإن
الراهب الفرنسيكاني الانكليزي الشهير
« روجر بيكون » كان قد أعطى عام ١٢٤٢ ،
وصفة بارود ، تدلّ النتائج التي يصفها على

انه كان البارود الاسود عينه : « بوسعنا ان نُحدث في الهواء قصفاً (٦) وبرقاً اشدّ هولاً مما تُحدثه الطبيعة ، لان مقداراً ضئيلاً يتعدى حجم الأبهام ، اذا ما هُيئت بعناية ، يُحدث ضجيجاً واثماً مذهلين . »

ولقد أُضيفت الى بارود المدفع التقليديّ ، في ايامنا ، مُستحضراتٌ أخرى متنوّعة ، منها البارود العديم الدخان ، والبارود باء ، الذي يُمكن استعماله لرمي القذائف بواسطة الاسلحة الناريّة ، او لدفع الاجهزة .

عمل المقالع ... والبارود .

قديمًا ، يومَ فكرَ الانسانُ باستخدام الحجر ، لأقامة القصور ورفع الهياكل ومدّ الطرقات ، لم يكن له من العُدّة ، في اقتلاعها من أحشاء الأرض ، الاّ صدقُ عزيمته وقوّةُ ساعده . استعان بالمُخل أو الرافعة ، للتغلب على صلابتها وتماسكها ، فضاغف بذلك قوّة ساعديه . كما استعان بألواح الخشب ، ليوَسّع شقوق الصخر ، ويفصل بعضه عن بعض . كان يدسّ اللوح في الشقّ ، ويسقيه بالماء مرّةً بعد مرّة ، حتّى اذا انتفش الخشب وتمدّد ، ضغطَ بقوة على الجانبين ، موسّعاً شقوق الصخور ، مفكّكاً أوصالها . كانت



مقطع قذيفة

هذه الاعمال صعبة شاقة ، ولقد كلفت
العمال والعبيد كثيراً من العناء والمشقة .
بعد اختراع البارود ، هان العمل كثيراً
في المقالع . كان العمال يدقون الصخر
بقضبان من الفولاذ طويلة مسننة الرؤوس ،
وينقرون فيه نُقراً ضيقة ، متى بلغت من
العمق حداً كافياً ، شحنوها بشحنات
البارود ، ومدّوا الفتائل الى مسافات يتعدّون

فيها مجالات الخطر . ثم يُشعلون رأس الفتيل ،
فيأخذ لسان النار بالزحف على الارض ،
لا يعوق تقدّمه الجهنميّ غير الماء والرطوبة .
وما تبلغ النار الألغام ، حتّى ينفجر البارود
مدوّياً . فتتطاير الحجارة في غيمة من الدخان
الكثيف ، وتنفلق الصخور وتتشقّق ، فاذا
هي قطع مختلفة الاحجام ، سهلة الفصل
والتقطيع .

التفسير

- ١ - تهلكه : هلاك ، موت .
- ٢ - ابتز : سحب ، استخرج .
- ٣ - بأضطرامه : باشتعاله .
- ٤ - يرقى : يصعد ، يعود .
- ٥ - تحريات : أبحاث .
- ٦ - قصف : رعد ، دوي .

الاسئلة

- ١ - أخادماً للسلم يُعتبر البارود ام خادماً للحرب ؟
- ٢ - مَنْ من شعوب الارض عرف البارود أولاً ؟ أعطِ
دليلاً .
- ٣ - متى استعمل البارود كسلاح هجوميّ للمرّة الاولى ؟
- ٤ - مِنْ يتركب البارود الاسود ؟
- ٥ - مَنْ هو مكتشف البارود بالنسبة الى الاوروبيين ؟
- ٦ - كيف اُتدّى اليه ؟
- ٧ - مَنْ عرف البارود عند الانكليز ؟ ومتى ؟



مطبعة من عهد « غوتمبرغ » ، لم يكن للوقت فيها كبير حساب .

الطباعة من عهد غوتمبرغ إلى ... غَد

منذ أن اخترعت الكتابة ، والمحاولات
تُبدل لانتاج نُسخٍ عنها . صُنعت الأختام
أولاً ، للطباعة في الشمع أو في الخزف .
واستعمل الصينيون ألواحاً من الخشب
حُفرت فيها الكتابة النافرة ، فكانوا يطلون
الألواح بالحبر ، ويضغطونها على أوراق
مصنوعة من ورق الأرز ، مخترعين بهذه
الطريقة فنَّ النقش على الخشب . ثم
صنعوا حروفاً متحركة من خزف ، ثم من
رصاص فن نحاس . ولقد صنعوا من هذه
الحروف ما يقارب المئتين وخمسين ألفاً

لطباعة الموسوعة^(١) الكبيرة « لانغ هي »
وفي الغرب ، بدأوا كذلك بحفر اللوحات
التي كانت تُستخدم لطباعة الرسوم والنصوص
في آن معاً . ثم جاء « جان غوتمبرغ »
المولود في « ماينس » بين عامي ١٣٩٤
و ١٣٩٩ ، والمتوفى في المدينة عينها عام
١٤٦٨ ، ليلعب دوره في تطوير الطباعة .
وإن لم يكن « غوتمبرغ » مخترع الحروف
المتحركة ، فهو من غير شك أول من
استعملها في أوربا ، وهو الذي يُعتبر مبتدع
الطباعة . حفر حروفه أولاً في الخشب ،



صورة طوقان كاملة ، ومفصلة الألوان .

ذات العمودين ، والمعروفة « بذات الاسطر
الاثنين والاربعين » ، وقد تمت طباعتها
عام ١٤٥٥ ، في مدينة ستراسبورغ حيث
كان غوتمبرغ قد استقر منذ عشرين سنة .
بولادة فن الطباعة هذا بدأ بالنسبة
للشعر عهد جديد ، هو عصر سيطرة النص
المطبوع . وما أعظم التقدم الذي أحرزه (٤)
هذا الفن ، بانتقاله من المكبس اليدوي

ولكن الخشب كان ينكسر وينسحق ،
ولذا لجأ الى الحروف المنفصلة المصنوعة من
معدن خاص ، مزج فيه الرصاص والأثمد
والقصدير . لم ينجح « غوتمبرغ » بضبط
عملية السبك (٢) فحسب ، بل وضع تصميم
« مكبس الطباعة » مستلهماً شكله من
مكبس الكرامين الرينيين ذي اللولب (٣) .
وأول كتاب قام بطبعه كان التوراة اللاتينية

Prologus

Quamvis epistola laudi iheronimi ab
paulino presbitero de omnibus
bonis historie libris capitulu pul

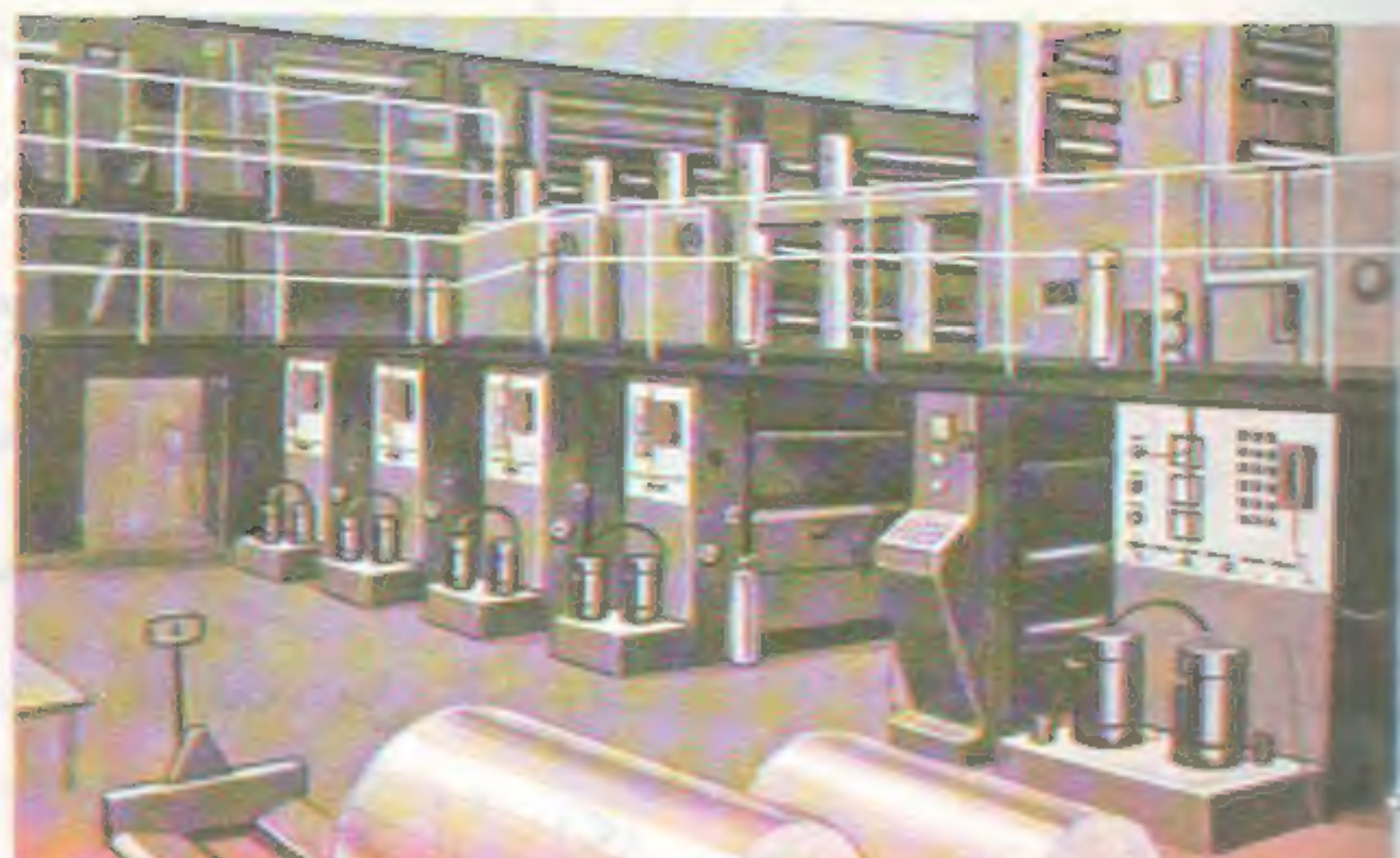
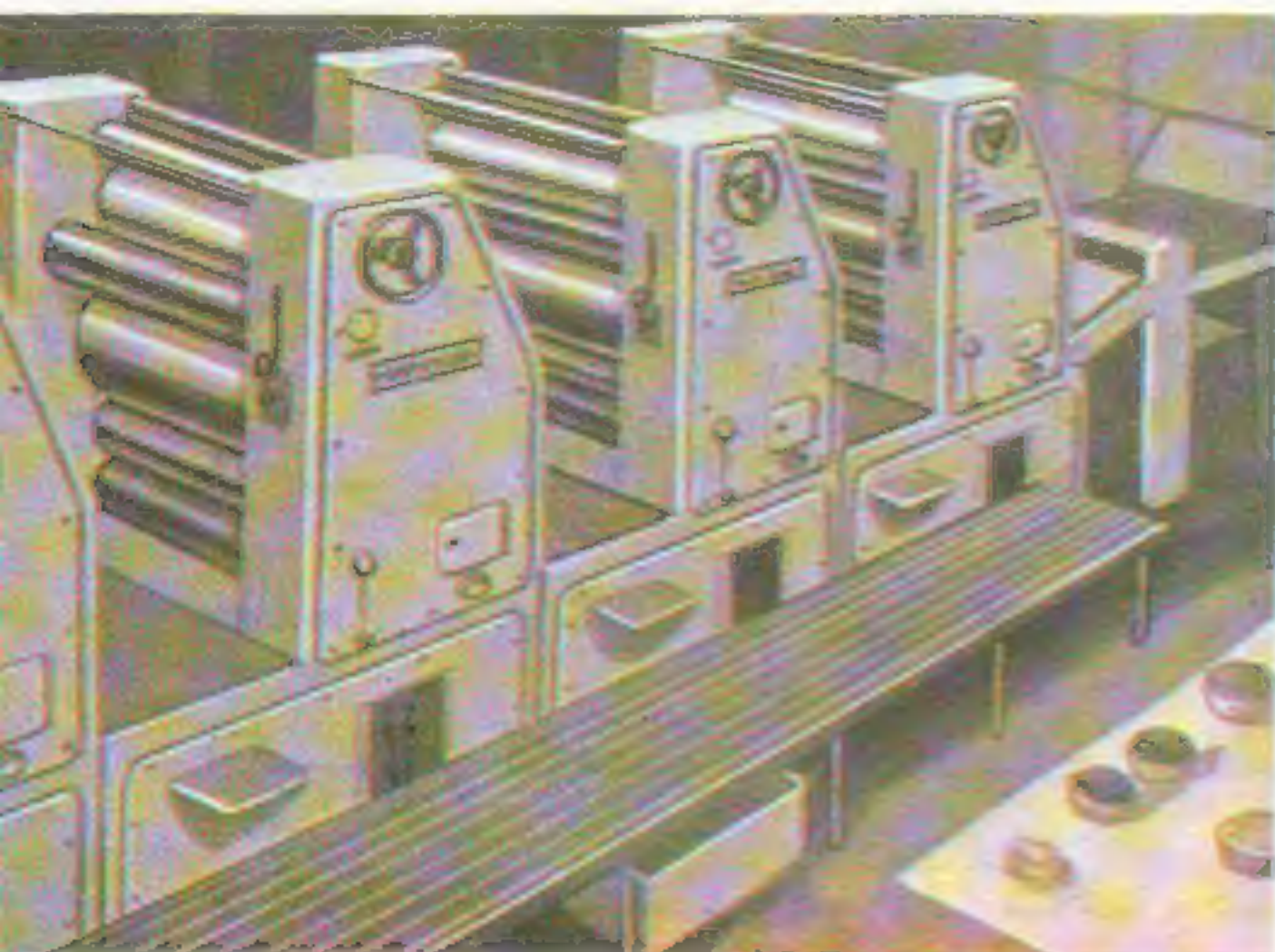
saor ambrosio
qua mihi minol
oda pioens deodi
lit et tuauilunas
tras q a pncept
midlas tie plu

teriam lidei i uelcos amide nou
plechane abeta emilla necessando e
i epi glieuo copulata: qui non uer
cas rei famlians no pueu taneum
corpos nōtadola palpas adula cor
ted dei emen et diuine loipeutart
ludra conciliane legum in ueribz
hiltarus quolo a tustasse. pui nera

Biblie

ingressa ad recta urbem quer
Appolloni? facit ille mag? ne volut
loquitur. fone plus ut putagone
dune. interane pfas polue cauch
albanos sechas. maffageas. opule
uiffima indie regua puenauit er
erocum lallimo phron ampu
onfumo puenit ad braguanas. ue
brantam in chronio secheue auren
tamali foue porangau. mree pau
diloglos de natura de moribz ard
pessu diez et fides auditer docere
dude p elammas babilonios thald
os. medos affrios paterhos. froste
phennes arabes palestinos mihi
adaller audria pectit ad echuop
ue giguosophtillas i bamobiffona

صفحة من توراة غوتمبرغ الأولى ، وقد طبعت
عام ١٤٥٣



مطبعة أوفست تطبع بأربعة ألوان. تثبت اللوحة التي تحمل الصورة الطابعة حول أسطوانة، تُرطب هذه اللوحة وتطلى بالمداد، فتنتقل حبرها إلى أسطوانة أخرى من المطاط تحمل بدورها الطباعة على الورق.

مطبعة دائرة خاصة بالطباعة المقعرة الحروف. تطبع بأربعة ألوان. إنها سريعة العمل تطبع على الوجه وعلى القفا، وتجفف الحبر وتطوي الورق ملازم.

البريدية، والخرائط الجغرافية والأعمال الموسيقية، والورق الملون، وطباعة الزخارف على الخزف وعلى الزجاج...

وكما طُبِعَ على الورق، طُبِعَ على الأنسجة، وعلى المعدن وعلى المواد البلاستيكية. وأخيراً، انتقلت الطباعة من الصف اليدوي إلى الصف الآلي الذي تزود آلاته، بمجموعة من الملامس شبيهة بمجموعة الآلة الكاتبة، تسبك الأحرف بنفسها، إما سطوراً من قطعة واحدة، «لينوتيب» (Linotype)، وأما أحرفاً منفصلة «مونوتيب» (Monotype)، فيما راحت أجهزة لوميتيب (Lumitype) ترصف النص بطريقة فوتوغرافية.

البطيء، إلى المطابع الدوارة الضخمة الحديثة (rotatives).

تعددت طرق الطباعة، فبالإضافة إلى فن الطباعة بالحروف النافرة (typo graphie)، عُرِفَت أساليب الطباعة بالحروف المقعرة^(٥) (taille-douce) والطبع الضوئي (Heliogravure)، وأساليب الطبع الحجري (Lithographie)، والأوفست (Offset)، والطباعة التصويرية حيث لا تغير في الحروف ولا نفور. هذا وقد تحسنت أصناف الورق والحبر، كما عُرِفَت طباعة الألوان ثلاثية ورباعية، وطوّرت طرق خاصة لطباعة الاعلانات، والبطاقات، وأكياس الورق، والبطاقات

ولقد انفتحت مؤخراً امام الطباعة آفاقٌ جديدةٌ ثوريةٌ ، باعتماد الآلات الالكترونية . وهنا لا بدّ من ذكر تاريخ هام هو تشرين الثاني ١٩٦٧ ، حيث اخرجت مطابع « هاشيت » ، في مجموعة « كتاب الجيب » كتاب « جول فرن » المعروف « نجمة الجنوب » ، وهو أول كتاب رصف رصفاً كاملاً في فرنسا دماغٌ كروي ...

صعوبة صفّ النصوص العربيّة

إنّ صفّ الحروف باليد أمرٌ دقيقٌ يتطلّب الكثير من العناية والوقت . وهو ، في النصوص العربيّة ، أدقّ وأصعب منه في أيّ نصٍّ غير عربيّ

يعود ذلك الى سببين رئيسيين : الأوّل تعدّد أشكال الحرف العربيّ الواحد ، بين

أنّ يكون منفصلاً او متصلاً ، وبين أن يكون في أوّل الكلمة ، او في وسطها ، او في آخرها ، حتّى ليأتي الحرف الواحد على أربعة أشكال . والسبب الثاني يعود الى التشكيل الصوتي والأعرابيّ الذي تتعدّد صوره وتختلف مواقعهُ من الحروف .

ذلك أنّ لكلّ شكلٍ من أشكال الحروف ، ولكلّ حركة من حركات الصوت والاعراب جسماً خاصاً مستقلاً ، يتطلّب ، في صفّه وفي فكّه ، حركةً خاصّةً مستقلة . فما يصحّ في صفّ النصوص المشكّلة ، يصحّ كذلك في فكّها ، وفرط أجسامها وأشكالها ، وإعادة كلّ منها الى خانته .

مثلُ هذا الوضع يجعل استعمال آلات الصفّ السريعة والآليّة أمراً معقّداً متعديداً ، تُفضّل عليه طريقة الصفّ اليدويّ التقليديّة .

التفسير

الاسئلة

- ١ - الموسوعة : قاموس يتضمن مجمل المعارف حتى زمن ما .
- ٢ - السبّك : من سبّك المعدن : أذابه وصبّه في قالب .
- ٣ - اللولب : اداة بشكل مسمار برزت منه دوائر حلزونيّة (برغي)
- ٤ - أحرز : حقق
- ٥ - الحروف المقعّرة : الحروف المحفورة في لوحة .
- ٦ - رصف الحروف : صفّها ، رتبها .

- ١ - من عرف الطباعة أولاً ؟
- ٢ - كيف تطوّرت ؟
- ٣ - هل صحيح ان غوتمبرغ مخترعها ؟ ما فضله فيها ؟
- ٤ - ما هو أول كتاب طبع ؟ ومتى ؟
- ٥ - اذكر بعض اساليب الطباعة الحديثة ؟
- ٦ - ما هو آخر تطور بلغته الطباعة ؟

ولادة حضارة

- ١ - من المبرم المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • التولاب جهاز نقل • طائرة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق، مطية الفكر • الطرقات، سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة : من دنيا التبرج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرك
- ٥ - من النظارين إلى النظار إلى المقرب • السهم الناري يصبح آلة تحرر من الأرض • الصابون والظفائف النافسة

التقنية تقوم بأول تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطمعة المائية والطمعة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى الحـ ... غد
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البرصعة • طرق الكشوف، في طبقم الفرس، خلاص لأمهقين
- ٨ - "دولاب إسكال" جذ الآلات الحاسبة الإلكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إهدات الفراغ
- ٩ - التحرك على وسادة من هواء • المجرى في سيطرته على المتاهي الصفر • ميزان الضغط

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "الصحافة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عربة "كونيو" البخارية إلى سيارتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • "شاريب" "فرنكلين" • من النظار إلى البالونات الفضائية
- ١٣ - تلفراف "شاب" • من النسيج البدائي إلى نول الحياكة • المتابعة الأولى وذريتها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عبادات الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية
- ١٥ - "لينيك" و "الستيتسكوب" • علم المحفوظات التي تعد بالمليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفراف الكهربائي مخترع ريتام ... • آلة الحياطة • عذرة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجهز ملايين السيارات • التبنج المخدر

العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للتراث والضراء • حفرة آبار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البزد • الدينامو مولد التيار • المحرك الكهربائي • من السيولوب إلى اللدائن
- ٢٠ - الميكروفيام يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البزد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهادي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر المديري في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة
- ٢٣ - من الفلاسكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطراط يخفق بالآمال الرهبة
- ٢٤ - محرك ديزل يخرج من قذاحة • الاتصالات البعيدة الذي تنتقل على موجات الاثير • البليستوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يجرع • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة

من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرية • المجرى الإلكتروني عين قادرة على رؤية الفيزياء
- ٢٧ - الرادار الساهر • من الأبنيق القديم إلى أبراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تنهج في طاقة أشسن

من الحَجَرِ المَقْطُوعِ الأول الذي يتَّصِنُ "بالقوة" بمجموعة الأدوات الضخمة التي سيقدم الإنسان على صنعها في مستقبل التاريخ، ومن الرموز القديمة التي تذكر بابتداع الكتابة ... إلى نافخ الزجاج الذي يوحى بانطلاقة الفنون النارية ... إلى المسلة التي تذكرنا بظليها المنقول، إنها كانت في القِدم، أول أداة لتعيين الوقت ... إلى صفائح الحجارة المرصوفة التي تتحدث عن الطريق التي انفتحت رحبة طويلاً أمام المبادلات ... مراحل مختلفة متعاقبة لحضارة رأت النور، ومضت تشق طريقها نحو الأفضل ...

تأليف : ف. ف. ليو
ومصوم : ب. بروبيست
ترجمة واعداد : سهيل سماعة